

Gassensor

Die Erfindung betrifft einen Gassensor mit einem Substrat eines ersten Ladungsträgertyps, auf dem eine Drain und eine Source eines zweiten Ladungsträgertyps angeordnet sind, wobei zwischen Drain und Source ein Kanalbereich gebildet ist, und mit einer gassensitiven Schicht, die Pole hat, zwischen denen in Abhängigkeit von der Konzentration eines mit der Schicht in Kontakt befindlichen Gases eine gasinduzierte Spannung auftritt, wobei die gassensitive Schicht zur Messung der Spannung mit ihrem einen Pol über einen Luftspalt kapazitiv an den Kanalbereich gekoppelt ist und mit ihrem anderen Pol mit einer ein Bezugspotential aufweisenden Gegenelektrode verbunden ist.

Ein derartiger Gassensor ist aus DE 43 33 875 C2 bekannt. Er weist eine gassensitive Schicht auf, die mit einer Änderung ihrer Austrittsarbeit auf Gaseinwirkungen reagiert. Auf dem Kanalbereich des Gassensors ist eine elektrisch isolierende Schicht angeordnet, die das Substrat, den Source- und den Drain-Bereich überdeckt. Zwischen dieser Kanalisolierung und der gassensitive Schicht ist ein Luftspalt gebildet. Dies entspricht dem Prinzip des Suspended Gate Feldeffekttransistors (SGFET). Die durch die Anwesenheit des Gases in der gassensitiven Schicht induzierte elektrische Spannung koppelt kapazitiv über den Luftspalt an die Kanaloberfläche und induziert Ladungen in die Struktur des SGFET. Der Kanalbereich wird von einer Guardelektrode umrahmt, welche den Kanalbereich gegen elektrische Potentiale, die außerhalb des von der Guardelektrode umgrenzten Oberflächenbereichs des Gassensors angeordnet sind, abschirmt. Der Gassensor hat jedoch den Nachteil, dass das Messsignal des SGFET außer von der zu messenden Konzentration des Gases auch von dem elektrischen Widerstand zwischen Guardring und Kanalbereich, der durch Feuchte beeinflusst wird, abhängig ist. Ungünstig ist dabei vor allem, dass die Messgenauigkeit des Gassensors bei langsamen Gas-Konzentrationsänderungen mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt überproportional abnimmt.

Aus DE 101 18 367 C2 ist auch bereits ein verbesserter Gassensor bekannt, bei dem zwischen dem Guardring und dem Kanalbereich eine Oberflächenprofilierung

ausgebildet ist, die Erhöhungen und Vertiefungen aufweist. Durch diese relativ einfach und kostengünstig zu realisierende Maßnahme wird die Weglänge zwischen dem Guardring und dem Kanalbereich vergrößert und somit der an der Oberfläche zwischen dem Guardring und dem Kanalbereich fließende Faradayische Strom entsprechend reduziert. Obwohl sich dieser Gassensor in der Praxis in einer Vielzahl von Anwendungen bewährt hat, weist er dennoch Nachteile auf. So nimmt auch bei diesem Gassensor bei langsamen Gas-Konzentrationsänderungen die Messgenauigkeit mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt überproportional ab.

10

Aus EP 1 191 332 A1 ist ferner ein Gassensor der eingangs genannten Art bekannt, der im selben Feldeffekttransistor neben der gassensitiven Schicht zusätzlich auch eine feuchtesensitive Schicht aufweist, die nach dem gleichen Messprinzip auslösbar ist wie die gassensitive Schicht. Nach Angabe der Offenlegungsschrift soll es dadurch möglich sein, bei bekannter Temperatur Feuchteinflüsse im Vergleich zu der zu messenden Gasreaktion zu bestimmen und durch Heranziehung des Feuchtemesssignals bei dem Gassensor die Querempfindlichkeit auf Feuchte zu reduzieren. Nachteilig ist dabei jedoch, dass außer dem zusätzlichem Feuchtesensor auch noch eine aufwendige und teure Kompensationsschaltung benötigt wird. Ungünstig ist außerdem, dass eine derartige Kompensation jeweils nur für eine bestimmte Temperatur gültig ist, so dass bei Temperaturschwankungen auch noch ein Temperaturmesssignal erfasst und berücksichtigt werden muss.

25

Es besteht deshalb die Aufgabe, einen Gassensor der eingangs genannten Art zu schaffen, der bei einem einfachen und kompakten Aufbau eine hohe Messgenauigkeit ermöglicht. Dabei soll die Messgenauigkeit weitgehend unabhängig von Feuchteinflüssen sein.

30

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass an der Oberfläche des Gassensors zwischen der gassensitiven Schicht und dem Kanalbereich und/oder einer Sensorelektrode, die mit einer an dem Kanalbereich angeordneten Gateelektrode elektrisch verbundenen ist, eine hydrophobe Schicht angeordnet ist.

35

In vorteilhafter Weise wird durch diese überraschend einfache Lösung die Adsorption von Feuchtigkeit an der Oberfläche des Gassensors erschwert oder sogar

vollständig verhindert. Dadurch wird der Transport von Ionen zwischen dem Kanalbereich bzw. der Sensorelektrode und davon beabstandeten Stellen des Gassensors, die ein anderes elektrische Potential aufweisen als der Kanalbereich bzw. die Sensorelektrode, vor allem bei einem hohen Feuchtigkeitsgehalt des Gases erheblich eingeschränkt. Somit bleibt die Messgenauigkeit des Gassensors weitgehend konstant, wenn sich der Feuchtigkeitsgehalt in dem Gas verändert. Außerdem wird eine hohe Langzeitstabilität der Messgenauigkeit ermöglicht. Die hydrophobe Schicht ist vorzugsweise auf einer elektrisch nichtleitenden oder halbleitenden Schicht angeordnet. Es ist aber auch denkbar, die hydrophobe Schicht auf einer elektrisch leitenden Schicht angeordnet ist, wenn diese gegen den Kanalbereich, die Sensorelektrode und/oder eine andere von der elektrisch leitenden Schicht beabstandete Stelle, deren Potential sich von dem der elektrisch leitenden Schicht unterscheidet, elektrisch isoliert ist. Die hydrophobe Schicht ist bevorzugt als ultrahydrophobe Schicht ausgebildet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Gassensor an seiner Oberfläche einen elektrisch leitfähigen Guardring auf, der den Kanalbereich und/oder die Sensorelektrode mit Abstand zu dem Kanalbereich und/oder der Sensorelektrode umgrenzt, wobei die hydrophobe Schicht zumindest in einem zwischen dem Guardring und dem Kanalbereich und/oder der Sensorelektrode befindlichen Bereich der Oberfläche des Gassensors angeordnet ist. Durch den Guardring wird verhindert, dass das Potential über dem Kanalbereich bzw. das Potential der Sensorelektrode nach einer bestimmten Zeit durch die an der Oberfläche des Gassensors noch vorhandene Leitfähigkeit auf das Potential des an den Kanalbereich kapazitiv angekoppelten Pols der gasempfindlichen Schicht oder das Potential des Guardringes gezogen wird. Somit wird eine Potentialdrift vermieden und es wird eine noch größere Messgenauigkeit erreicht.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich die hydrophobe Schicht durchgängig über den Kanalbereich und/oder die Sensorelektrode. Der Gassensor ist dann besonders einfach und kostengünstig herstellbar, da die hydrophobe Schicht ganzflächig auf die Oberfläche des Gassensors aufgebracht und somit ein Maskierungsschritt eingespart werden kann.

- Vorteilhaft ist, wenn die hydrophobe Schicht von dem Kanalbereich und/oder der Sensorelektrode beabstandet ist und den Kanalbereich und/oder die Sensorelektrode vorzugsweise ring- oder rahmenförmig umgrenzt. Dadurch kann bei einer hydrophoben Schicht, in der bei einem Kontakt mit einem Störgas, das sich von dem Gas, für das die gassensitive Schicht empfindlich ist, unterscheidet, eine elektrische Störspannung induziert wird, der Einfluss dieser Störspannung auf das Messsignal und somit die Querempfindlichkeit des Gassensors für das Störgas reduziert werden.
- Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der mit Wasser gemessene, auf eine plane Oberfläche bezogene statische Kontaktwinkel der hydrophoben Schicht mindestens 70° , ggf. mindestens 90° , insbesondere mindestens 105° und bevorzugt mindestens 120° beträgt. Vor allem bei einem Kontaktwinkel von mindestens 120° kann eine besonders hohe und weitgehend vom Feuchtigkeitsgehalt des Gases unabhängige Messgenauigkeit des Gassensors erreicht werden. Der Kontaktwinkel kann mit bekannten Standardmessverfahren bei Raumtemperatur bestimmt werden.
- Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung sind Moleküle der hydrophoben Schicht kovalent an die Oberfläche einer daran angrenzenden, vorzugsweise halbleitenden oder elektrisch isolierenden Schicht des Gassensors gebunden. Dadurch ist es möglich, bei der Fertigung des Gassensors die hydrophobe Schicht direkt an der daran angrenzenden Schicht des Gassensors zu befestigen.
- Vorteilhaft ist, wenn die hydrophobe Schicht mindestens ein Polymer enthält. Die hydrophobe Schicht kann dann bei der Fertigung des Gassensors bei Raumtemperatur auf die Oberfläche des Gassensors aufgebracht werden, wodurch die bereits auf dem Substrat befindlichen Implantierungsbereich und Strukturen thermisch geschont werden.
- Besonders vorteilhaft ist, wenn das Polymer ein fluoriertes und bevorzugt ein perfluoriertes Polymer ist. Durch die in diesen Polymeren enthaltenen stark elektronegativen CF-Gruppen kann auch bei einem hohen Feuchteanteil in dem zu messenden Gas, beispielsweise bei einer relativen Feuchte von 90%, noch eine hohe Messgenauigkeit bei der Messung der Gaskonzentration erreicht werden.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Polymer über eine vorzugsweise als Monolage ausgebildete Zwischenschicht mit einer benachbarten, vorzugsweise halbleitenden oder elektrisch isolierenden Schicht des Gassensors verbunden, wobei die Zwischenschicht mindestens eine an der benachbarten Schicht verankerte reaktive Gruppe aufweist, und wobei das Polymer vorzugsweise über eine kovalente Bindung an die Zwischenschicht gekoppelt ist. Dabei ist es sogar möglich, das hydrophobe Polymer bei der Herstellung des Gassensors zunächst ganzflächig auf die Zwischenschicht aufzubringen und dann unter Einwirkung von mittels einer Schattenmaske auf die Oberfläche des Gassensors projizierter optischer Strahlung nur in bestimmten Teilbereichen der Oberfläche des Gassensors photochemisch an die Zwischenschicht zu binden. In den übrigen Teilbereichen kann das hydrophobe Polymer danach beispielsweise durch Abwaschen von der Oberfläche des Gassensors entfernt werden. Insgesamt ergibt sich somit ein Gassensor mit einer strukturierten, nur an bestimmten Stellen seiner Oberfläche angeordneten hydrophoben Schicht.

Vorteilhaft ist, wenn die hydrophobe Schicht eine Oberflächenprofilierung mit Vorsprüngen und Vertiefungen aufweist. Dadurch kann eine noch größere Messgenauigkeit erreicht werden.

Die Vertiefungen sind bevorzugt als Gräben oder Nuten ausgebildet, die rahmen- oder ringförmig um den Kanalbereich und/oder die Sensorelektrode umlaufen.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt zum Teil stärker schematisiert:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Gassensor, der unter einer strichliniert dargestellten gasempfindlichen Schicht einen ISFET aufweist,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch den in Fig. 1 gezeigten Gassensor entlang der in Fig. 1 mit II bezeichneten Schnittlinie,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Gassensor, der unter einer strichliniert dargestellten gasempfindlichen Schicht einen CCFET aufweist,

Fig. 4 einen Querschnitt durch den in Fig. 3 gezeigten Gassensor entlang der in Fig. 3 mit IV bezeichneten Schnittlinie,

- 5 Fig. 5 eine schematische Darstellung der photochemischen Bindung eines hydrophoben Polymers an eine auf einer elektrischen Isolationsschicht immobilisierten Schicht mit Linker-Molekülen.

Ein im Ganzen mit 1 bezeichneter Gassensor weist ein Substrat 2 eines ersten Ladungsträgertyps auf, das z.B. aus p-dotiertem Silizium bestehen kann. Auf dem Substrat 2 sind eine Drain 3 und eine Source 4 eines zweiten Ladungsträgertyps angeordnet. Die Drain 3 und die Source 4 können beispielsweise aus n-dotiertem Silizium bestehen. Die Drain 3 ist über in der Zeichnung nur teilweise dargestellte elektrische Leiterbahnen mit einem Drain-Anschluss 5 verbunden. In entsprechender Weise ist die Source 4 mit einem Source-Anschluss 6 verbunden. Der Drain-Anschluss 5 und der Source-Anschluss 6 sind jeweils an einer auf dem Substrat 2 deponierten Schicht 7 angeordnet.

Zwischen Drain 3 und Source 4 ist in dem Substrat 2 ein Kanalbereich 8 gebildet, auf dem bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 eine elektrisch isolierende Dünnoxidschicht 9 angeordnet ist, die als Gatedielektrikum dient. Die Dünnoxidschicht 9 hat etwa eine Schichtdicke von 3-150 nm.

Wie in Fig. 2 besonders gut erkennbar ist, weist der Gassensor 1 ferner eine gassensitiven Schicht 10 auf, die an ihren einander abgewandten Flachseiten Pole 11, 12 hat, zwischen denen in Abhängigkeit von der Konzentration eines mit der Schicht 10 in Kontakt befindlichen Gases eine gasinduzierte elektrische Spannung auftritt. Zur Detektion der Spannung ist die gassensitive Schicht 10 mit ihrem einen Pol 12 über einen Luftspalt 14 kapazitiv an den Kanalbereich 8 gekoppelt. Der andere Pol 11 ist mit einer Gegenelektrode 13 verbunden, an der ein elektrisches Bezugspotential anliegt. Der Luftspalt 14 weist einen Zugang zu dem zu detektierenden Gas auf und ist zwischen deponierten Schichten 7, auf denen die gassensitive Schicht 10 abgestützt ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 ist der Kanalbereich 8 offen ausgebildet (ISFET) und über das Dünnschichtoxid und den Luftspalt 14 direkt an die gassensitive Schicht 10 kapazitiv gekoppelt. Deutlich ist erkennbar, dass der Kanalbereich 8 an der der gassensitiven Schicht 10 gegenüberliegenden Seite des Luftspalts 14 angeordnet ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 ist der Kanalbereich 8 seitlich neben der gassensitiven Schicht 10 in dem Substrat 2 angeordnet und mit einer Gateelektrode 22 abgedeckt. Zur kapazitiven Ankopplung des Kanalbereichs 8 an die gassensitive Schicht 10 ist die Gateelektrode 22 über eine Leiterbahn 15 mit einer Sensorelektrode 16 verbunden, die an der dem Pol 12 der gassensitiven Schicht 10 gegenüberliegenden Seite des Luftspalts 14 auf einer auf dem Substrat 2 befindlichen Isolationsschicht 17 angeordnet ist. Die Isolationsschicht 17 kann beispielsweise eine SiO_2 -Schicht sein.

15

Der Gassensor 1 weist an seiner Oberfläche außerdem einen elektrisch leitfähigen Guardring 18 auf, der bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 den Kanalbereich 8 und bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 die zu dem Kanalbereich 8 führende Sensorelektrode 16 umgrenzt. Dabei ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 zwischen dem Guardring 18 und dem Kanalbereich 8 und bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 zwischen dem Guardring 18 und der Sensorelektrode 16 jeweils ein Abstand vorgesehen. Um den Kanalbereich 8 gegen außerhalb des von dem Guardring 18 umgrenzten Oberflächenbereichs des Gassensors 2 befindliche elektrische Potentiale abzuschirmen, liegt der Guardring 18 auf einem definierten elektrischen Potential.

25

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2 ist zwischen dem Guardring 18 und dem Kanalbereich 8 an der Oberfläche des Gassensors 1 eine hydrophobe Schicht 19 angeordnet. Diese befindet sich auf einer elektrischen Isolationsschicht 17, die auf der Drain 3, der Source 4 und außerhalb des Kanalbereichs 8 befindlichen Bereichen des Substrat 2 angeordnet ist. In Fig. 1 ist erkennbar, dass die hydrophobe Schicht 19 den Kanalbereich 8 rahmenförmig umgrenzt und mit Abstand zu dem Kanalbereich 8 und dem Guardring 18 endet. Durch die hydrophobe Schicht 19 wird in dem zwischen dem Guardring 18 und dem Kanalbereich 8 befindlichen Teil der Oberfläche des Gassensors die Adsorption von in dem Gas

35

befindlichem Wasser erheblich erschwert. Dadurch werden ein hoher elektrischer Widerstand an der Oberfläche und eine hohe Messgenauigkeit des Gassensors ermöglicht.

5 Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 ist die hydrophobe Schicht 19 zwischen dem Guardring 18 und der Sensorelektrode 16 auf der Isolationsschicht 17 angeordnet. In Fig. 4 ist erkennbar, dass die hydrophobe Schicht 19 die Sensorelektrode 16 rahmenförmig umgrenzt und mit Abstand zu der Sensorelektrode 16 und dem Guardring 18 endet. Durch die hydrophobe Schicht 19 wird in dem
10 zwischen dem Guardring 18 und der Sensorelektrode 16 befindlichen Teil der Oberfläche des Gassensors 1 die Adsorption von in dem Gas befindlichem Wasser erschwert.

Die hydrophobe Schicht besteht aus einem Polymer, vorzugsweise aus Poly(heptadecafluoracrylat). Bei der Fertigung des Gassensors 1 wird die hydrophobe
15 Schicht 19 über eine Zwischenschicht 20 an der Isolationsschicht 17 befestigt. Dazu wird zunächst die Zwischenschicht 20 in Form einer Monolage eines benzophenon-funktionalisierten Monochlorosilans auf der Isolationsschicht 17 aufgebracht. In Fig. 5 ist erkennbar, dass in der Zwischenschicht 20 während der UV-Belichtung freie
20 Radikale entstehen, die beim Kontaktieren der Isolationsschicht 17 an diese anbinden und dadurch die Zwischenschicht 20 an der Isolationsschicht 17 befestigen.

Danach wird eine dünne Lage Poly(heptadecafluoracrylat) ganzflächig auf der
25 Zwischenschicht 20 deponiert. Nun werden mit Hilfe einer Schattenmaske die Stellen, an denen später die hydrophobe Schicht 19 sein soll, mit UV-Strahlung bestrahlt. In Fig. 5 ist erkennbar, dass die Zwischenschicht 20 eine photoreaktive Benzophenon-Gruppe 21 aufweist, die bei Bestrahlung mit UV-Licht an ein benachbartes Polymer der späteren hydrophoben Schicht 19 bindet. Dabei übernimmt die
30 Benzophenon-Gruppe 21 von dem benachbarten Polymer ein Wasserstoffatom, derart, dass zwischen der Benzophenon-Gruppe 21 und dem benachbarten Polymer eine kovalente Verknüpfung gebildet wird (vgl. Prucker, O., Rühle, J. et al., Photochemical Attachment of Polymer Films to Solid Surfaces via Monolayers of Benzophenone Derivates, J. Am. Chem. Soc. (1999), 121, Seite 8766-8770). Nachdem
35 das Polymer der hydrophoben Schicht 19 auf diese Weise in bestimmten Berei-

chen an der Oberfläche der Isolationsschicht 17 gebunden wurde, werden die ungebunden, an den nicht belichteten Stellen der Oberfläche befindlichen Polymere zur Bildung der strukturierten hydrophoben Schicht 19 entfernt, beispielsweise indem sie mit einem Lösungsmittel abgewaschen werden.

5

Erwähnt werden soll noch, dass auch andere Ausführungsbeispiele möglich sind, bei denen sich die hydrophobe Schicht 19 unterbrechungsfrei über den Kanalbereich 8, die Sensorelektrode 16 und/oder den Guardring 18 erstrecken kann. Bei der Herstellung eines solchen Gassensors 1 kann die hydrophobe Schicht 19 auch
10 direkt auf der Isolationsschicht 17 deponiert werden. Dies kann in der Weise geschehen, dass das hydrophobe Trichloro(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl)silan (TPFS) aus der gasförmigen Phase bei einer Temperatur von etwa 100°C auf der Isolationsschicht 17 abgeschieden werden. Das Abscheiden des TPFS erfolgt vorzugsweise unter Abwesenheit von Feuchtigkeit, damit Querverbindungen und Inhomogenitäten
15 in dem auf der Oberfläche abgeschiedenen TPFS-Film vermieden werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass während des Abscheidungsprozesses keine Staubpartikel an der Oberfläche anhaften.

Patentansprüche

Gassensor (1) mit einem Substrat (2) eines ersten Ladungsträgertyps, auf dem eine Drain (3) und eine Source (4) eines zweiten Ladungsträgertyps angeordnet sind, wobei zwischen Drain (3) und Source (4) ein Kanalbereich (8) gebildet ist, und mit einer gassensitiven Schicht (10), die Pole (11, 12) hat, zwischen denen in Abhängigkeit von der Konzentration eines mit der Schicht (10) in Kontakt befindlichen Gases eine gasinduzierte Spannung auftritt, wobei die gassensitive Schicht (10) zur Messung der Spannung mit ihrem einen Pol (12) über einen Luftspalt (14) kapazitiv an den Kanalbereich (8) gekoppelt ist und mit ihrem anderen Pol (11) mit einer ein Bezugspotential aufweisenden Gegenelektrode (13) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Oberfläche des Gassensors (1) zwischen der gassensitiven Schicht (10) und dem Kanalbereich (8) und/oder einer Sensorelektrode (16), die mit einer an dem Kanalbereich (8) angeordneten Gateelektrode (22) elektrisch verbundenen ist, eine hydrophobe Schicht (19) angeordnet ist.

Gassensor (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er an seiner Oberfläche einen elektrisch leitfähigen Guardring (18) aufweist, der den Kanalbereich (8) und/oder die zu dem zu dem Kanalbereich (8) führende Sensorelektrode (16) mit Abstand zu dem Kanalbereich (8) und/oder der Sensorelektrode (16) umgrenzt, und dass die hydrophobe Schicht (19) zumindest in einem zwischen dem Guardring (18) und dem Kanalbereich (8) und/oder der Sensorelektrode (16) befindlichen Bereich der Oberfläche des Gassensors (1) angeordnet ist.

Gassensor (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die hydrophobe Schicht (19) durchgängig über den Kanalbereich (8) und/oder die Sensorelektrode (16) erstreckt.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Schicht (19) von dem Kanalbereich (8) und/oder der Sensorelektrode (8) beanstandet ist und den Kanalbereich (8) und/oder die Sensorelektrode (16) vorzugsweise ring- oder rahmenförmig umgrenzt.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der mit Wasser gemessene, auf eine plane Oberfläche bezogene statische Kontaktwinkel der hydrophoben Schicht (19) mindestens 70° , ggf. mindestens 90° , insbesondere mindestens 105° und bevorzugt mindestens 120° beträgt.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Moleküle der hydrophoben Schicht (19) kovalent an die Oberfläche einer daran angrenzenden, vorzugsweise halbleitenden oder elektrisch isolierenden Schicht des Gassensors (1) gebunden.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Schicht (19) mindestens ein Polymer enthält.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer ein fluoriertes und bevorzugt ein perfluoriertes Polymer ist.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer über eine vorzugsweise als Monolage ausgebildete Zwischenschicht (20) mit einer benachbarten, vorzugsweise halbleitenden oder elektrisch isolierenden Schicht des Gassensors (1) verbunden ist, dass die Zwischenschicht (20) mindestens eine an der benachbarten Schicht verankerte reaktive Gruppe aufweist, und dass das Polymer vorzugsweise über eine kovalente Bindung an die Zwischenschicht (20) gekoppelt ist.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Schicht (19) eine Oberflächenprofilierung mit Vorsprüngen und Vertiefungen aufweist.

Gassensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen als Gräben oder Nuten ausgebildet sind, die vorzugsweise rahmen- oder ringförmig um den Kanalbereich (8) und/oder die Sensorelektrode (16) umlaufen.

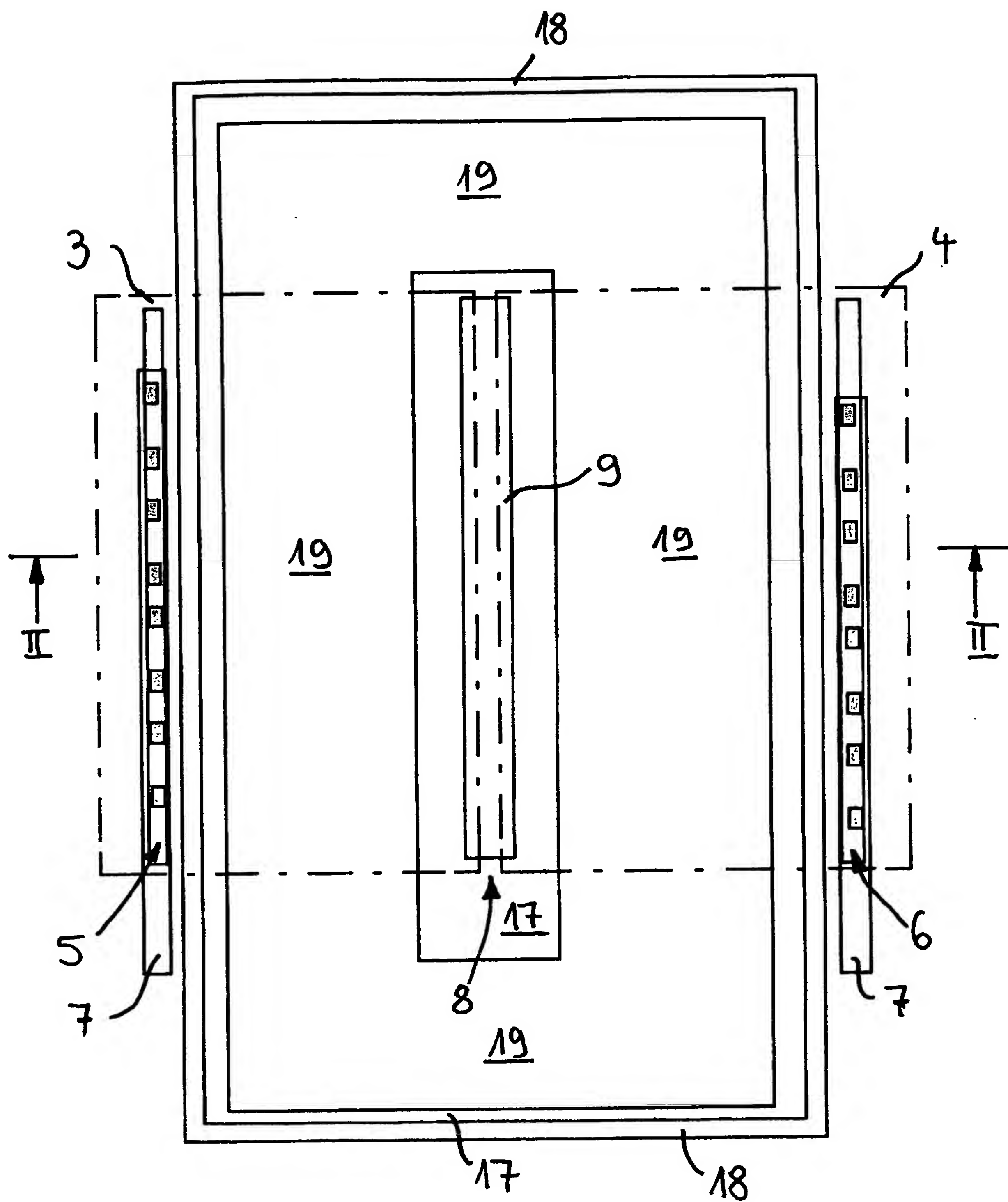


Fig. 1



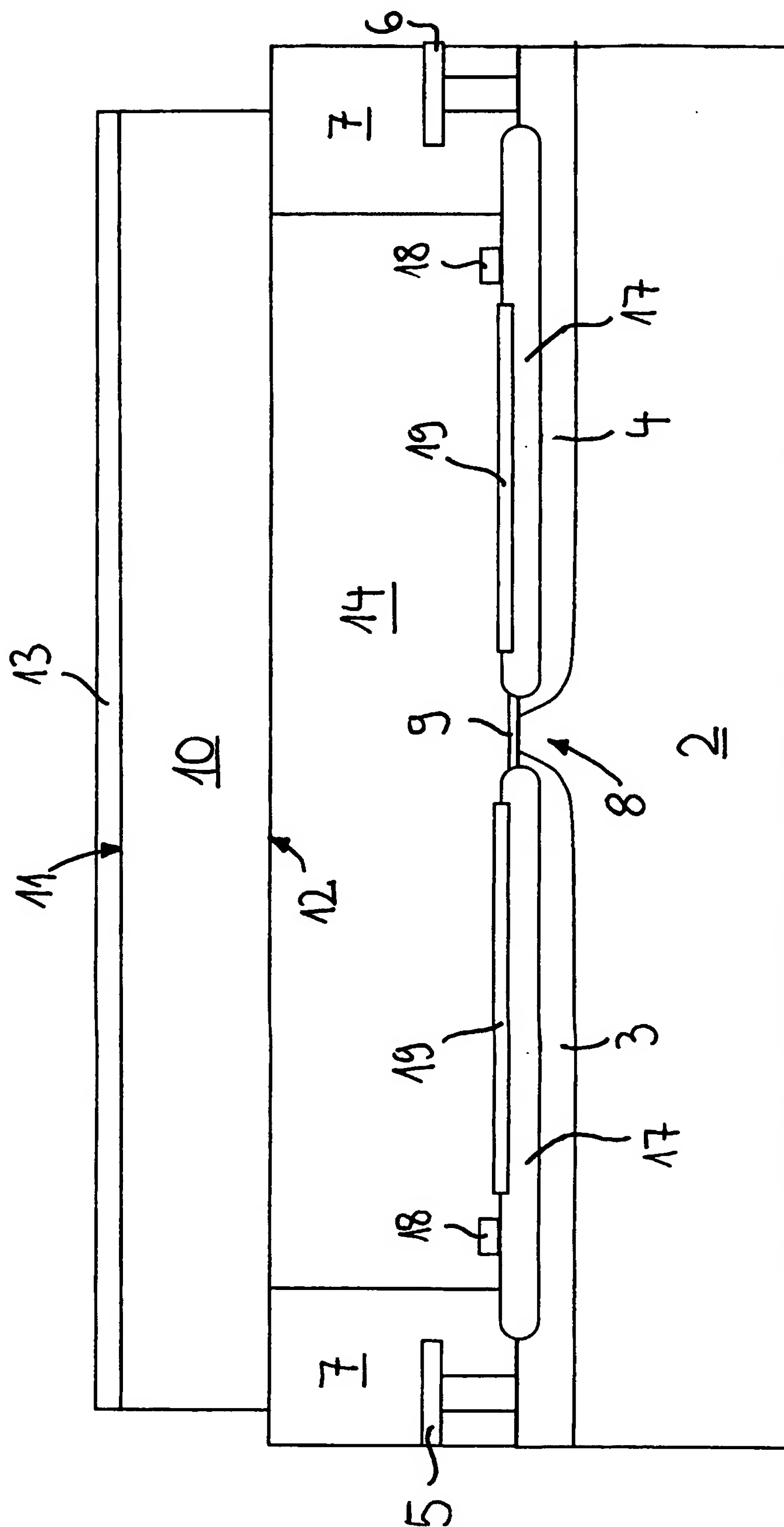


Fig. 2

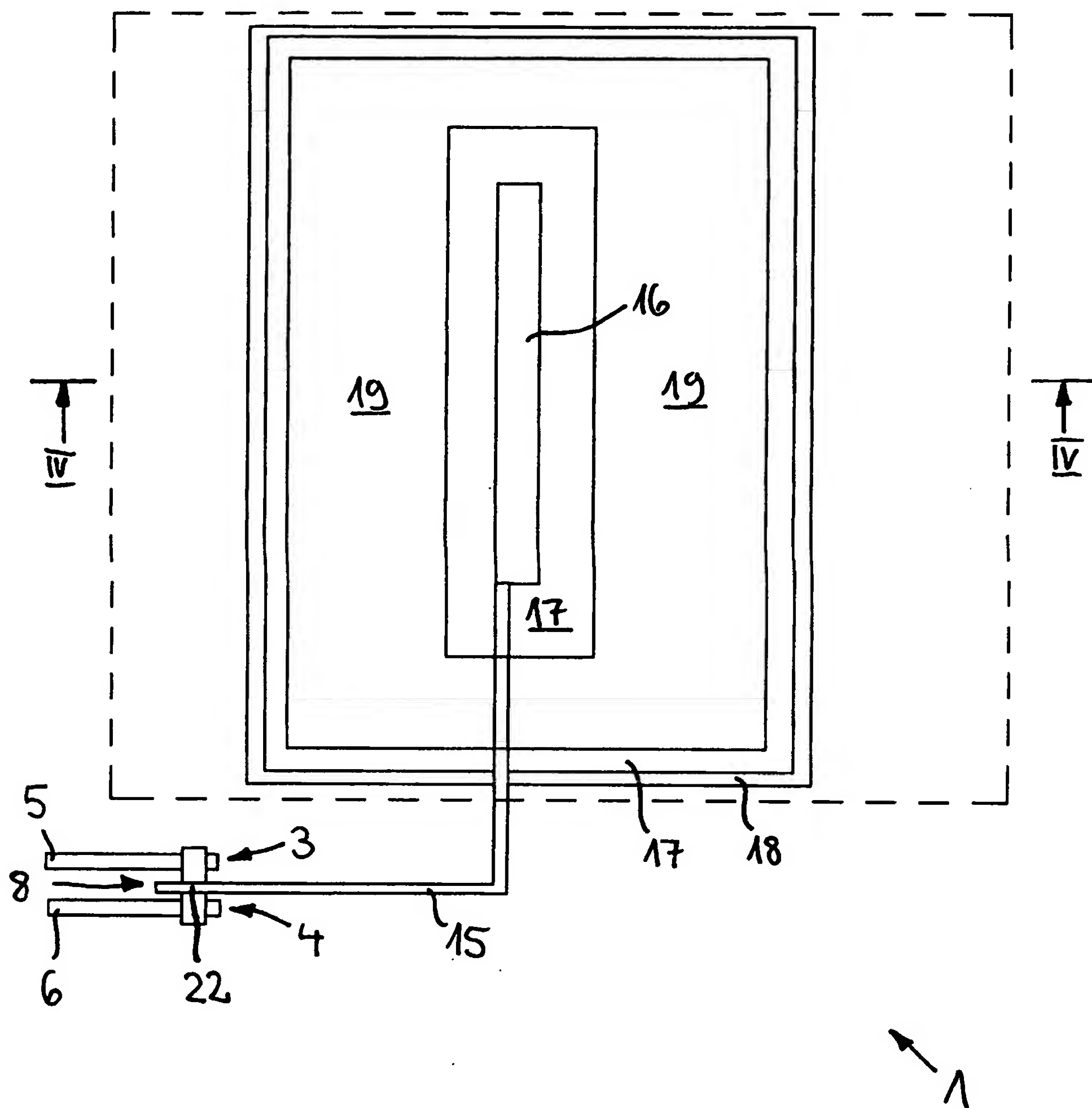


Fig. 3

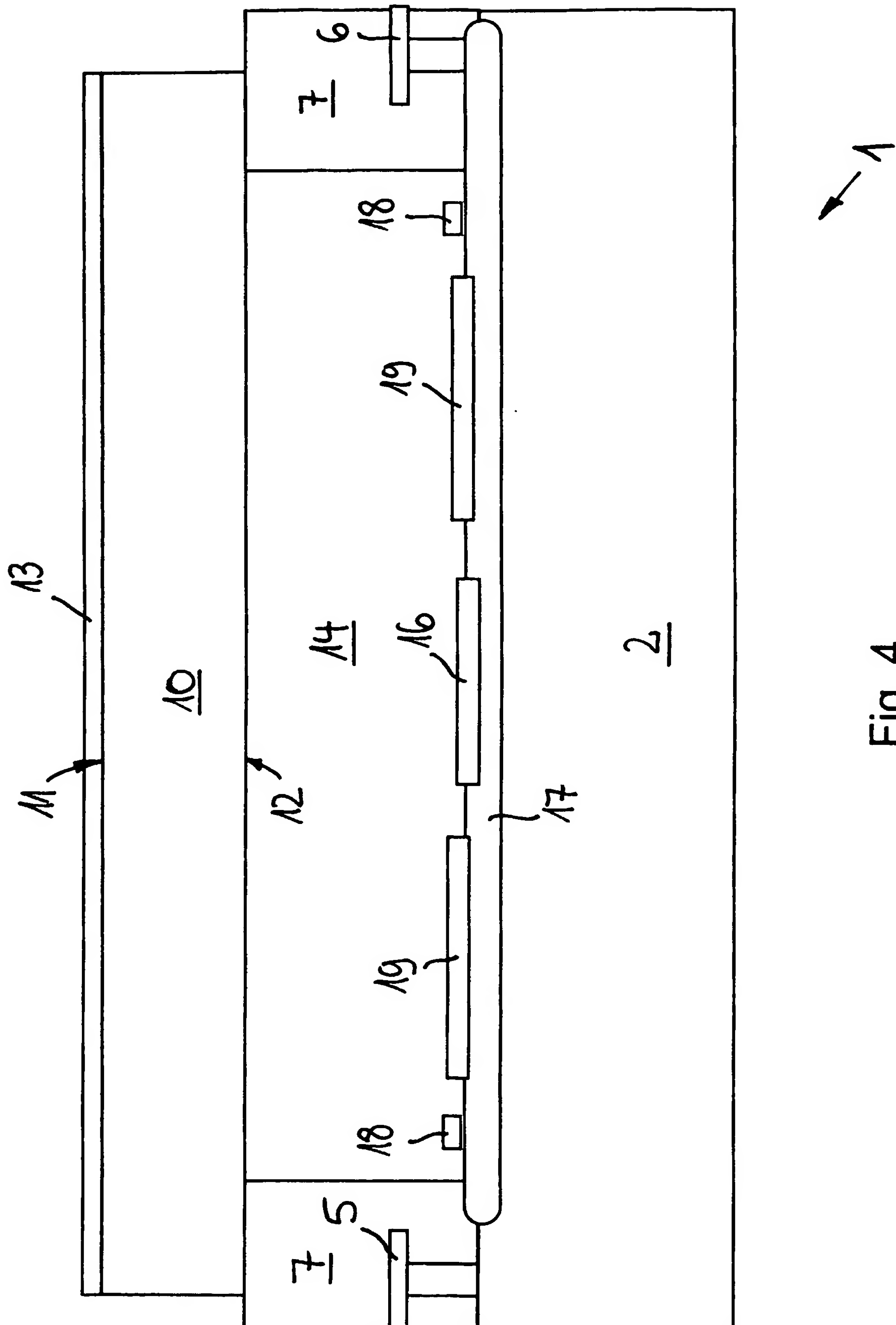


Fig. 4

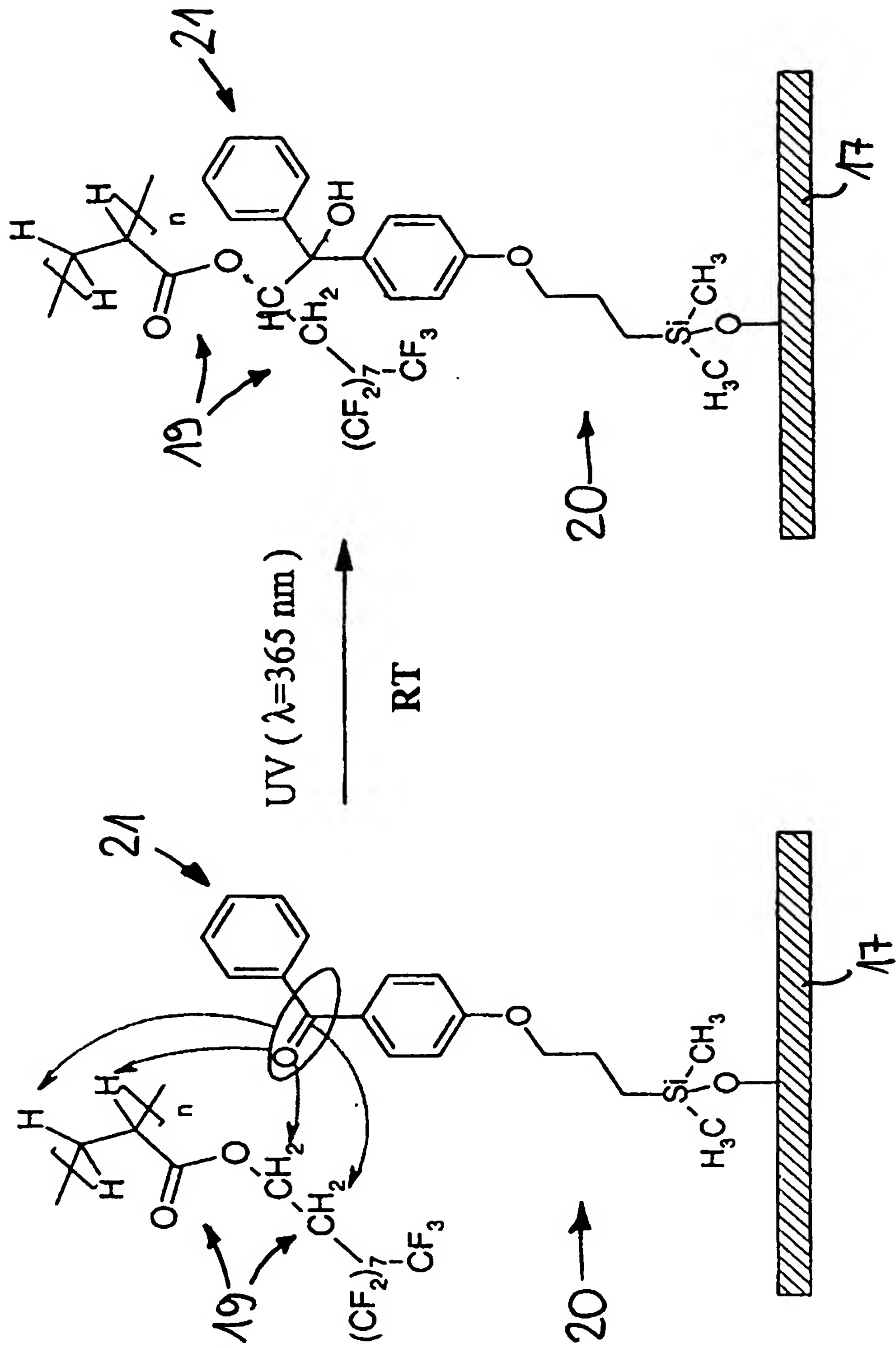


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008309

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N27/414

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, EMBASE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0113, no. 73 (P-643), 5 December 1987 (1987-12-05) & JP 62 144062 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 27 June 1987 (1987-06-27) abstract ----- -/--	1-7, 10, 11



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 2004

Date of mailing of the international search report

05/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klein, M-O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008309

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BURGMAIR M ET AL: "Contribution of the gate insulator surface to work function measurements with a gas sensitive FET" PROCEEDINGS OF IEEE SENSORS 2002. ORLANDO, FL, JUNE 12 - 14, 2002, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 1 OF 2. CONF. 1, 12 June 2002 (2002-06-12), pages 439-442, XP010605133 ISBN: 0-7803-7454-1	1-7,10, 11
Y	the whole document	9
Y	DE 101 18 367 A (MICRONAS GMBH) 24 October 2002 (2002-10-24) the whole document	1-8,10, 11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0133, no. 14 (P-899), 18 July 1989 (1989-07-18) & JP 1 083147 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 28 March 1989 (1989-03-28) abstract	1-7,10, 11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0062, no. 62 (P-164), 21 December 1982 (1982-12-21) & JP 57 156553 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 27 September 1982 (1982-09-27) abstract	8
Y	US 5 900 128 A (KRESS REINHARD ET AL) 4 May 1999 (1999-05-04) column 3, line 7 - column 4, line 32; figures 1,3	9
Y	PRUCKER O ET AL: "Photochemical attachment of polymer films to solid surfaces via monolayers of benzophenone derivatives" JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 29 SEP 1999 UNITED STATES, vol. 121, no. 38, 29 September 1999 (1999-09-29), pages 8766-8770, XP002307406 ISSN: 0002-7863 cited in the application the whole document	9
X	DE 101 61 214 A (ZIMMER MARTIN ; EISELE IGNAZ (DE); VOIGT WOLFGANG M (DE)) 3 July 2003 (2003-07-03)	1
A	paragraphs '0061! - '0087!	2-11

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008309

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>GERGINTSCHEW Z ET AL: "The capacitively controlled field effect transistor (CCFET) as a new low power gas sensor"</p> <p>SENSORS AND ACTUATORS B, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH,</p> <p>vol. 36, no. 1, October 1996 (1996-10), pages 285-289, XP004061082</p> <p>ISSN: 0925-4005</p> <p>the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-11
A	<p>POHL R ET AL: "Realization of a new sensor concept: emproved ccfet and sgfet type gas sensors in hybrid flip-chip technology"</p> <p>TRANSDUCERS '03,</p> <p>vol. 1, 9 June 2003 (2003-06-09), pages 135-138, XP010646487</p> <p>the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-11
A	<p>EP 0 947 829 A (SIEMENS AG)</p> <p>6 October 1999 (1999-10-06)</p> <p>abstract</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008309

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 62144062	A	27-06-1987	NONE	
DE 10118367	A	24-10-2002	DE 10118367 A1 EP 1249699 A2 US 2002157950 A1	24-10-2002 16-10-2002 31-10-2002
JP 1083147	A	28-03-1989	NONE	
JP 57156553	A	27-09-1982	JP 1019092 B JP 1537171 C	10-04-1989 21-12-1989
US 5900128	A	04-05-1999	DE 19621997 C1 DE 59711247 D1 EP 0810431 A1 JP 10062383 A	31-07-1997 04-03-2004 03-12-1997 06-03-1998
DE 10161214	A	03-07-2003	DE 10161214 A1 WO 03050526 A2	03-07-2003 19-06-2003
EP 0947829	A	06-10-1999	AT 255723 T DE 59907904 D1 EP 0947829 A1 ES 2212407 T3	15-12-2003 15-01-2004 06-10-1999 16-07-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/008309

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01N27/414

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, EMBASE

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0113, Nr. 73 (P-643), 5. Dezember 1987 (1987-12-05) & JP 62 144062 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 27. Juni 1987 (1987-06-27) Zusammenfassung ----- -/--	1-7, 10, 11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Dezember 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/01/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klein, M-0

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/008309

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BURGMAIR M ET AL: "Contribution of the gate insulator surface to work function measurements with a gas sensitive FET" PROCEEDINGS OF IEEE SENSORS 2002. ORLANDO, FL, JUNE 12 - 14, 2002, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSORS, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 1 OF 2. CONF. 1, 12. Juni 2002 (2002-06-12), Seiten 439-442, XP010605133 ISBN: 0-7803-7454-1	1-7,10, 11
Y	das ganze Dokument	9
Y	DE 101 18 367 A (MICRONAS GMBH) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) das ganze Dokument	1-8,10, 11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0133, Nr. 14 (P-899), 18. Juli 1989 (1989-07-18) & JP 1 083147 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 28. März 1989 (1989-03-28) Zusammenfassung	1-7,10, 11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0062, Nr. 62 (P-164), 21. Dezember 1982 (1982-12-21) & JP 57 156553 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 27. September 1982 (1982-09-27) Zusammenfassung	8
Y	US 5 900 128 A (KRESS REINHARD ET AL) 4. Mai 1999 (1999-05-04) Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 32; Abbildungen 1,3	9
Y	PRUCKER O ET AL: "Photochemical attachment of polymer films to solid surfaces via monolayers of benzophenone derivatives" JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 29 SEP 1999 UNITED STATES, Bd. 121, Nr. 38, 29. September 1999 (1999-09-29), Seiten 8766-8770, XP002307406 ISSN: 0002-7863 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	9
X	DE 101 61 214 A (ZIMMER MARTIN ; EISELE IGNAZ (DE); VOIGT WOLFGANG M (DE)) 3. Juli 2003 (2003-07-03)	1
A	Absätze '0061! - '0087!	2-11

-/--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/008309

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>GERGINTSCHEW Z ET AL: "The capacitively controlled field effect transistor (CCFET) as a new low power gas sensor"</p> <p>SENSORS AND ACTUATORS B, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH,</p> <p>Bd. 36, Nr. 1, Oktober 1996 (1996-10), Seiten 285-289, XP004061082 ISSN: 0925-4005 das ganze Dokument</p>	1-11
A	<p>POHL R ET AL: "Realization of a new sensor concept: improved ccfet and sgfet type gas sensors in hybrid flip-chip technology"</p> <p>TRANSDUCERS '03,</p> <p>Bd. 1, 9. Juni 2003 (2003-06-09), Seiten 135-138, XP010646487 das ganze Dokument</p>	1-11
A	<p>EP 0 947 829 A (SIEMENS AG)</p> <p>6. Oktober 1999 (1999-10-06) Zusammenfassung</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008309

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 62144062	A	27-06-1987	KEINE	
DE 10118367	A	24-10-2002	DE 10118367 A1	24-10-2002
			EP 1249699 A2	16-10-2002
			US 2002157950 A1	31-10-2002
JP 1083147	A	28-03-1989	KEINE	
JP 57156553	A	27-09-1982	JP 1019092 B	10-04-1989
			JP 1537171 C	21-12-1989
US 5900128	A	04-05-1999	DE 19621997 C1	31-07-1997
			DE 59711247 D1	04-03-2004
			EP 0810431 A1	03-12-1997
			JP 10062383 A	06-03-1998
DE 10161214	A	03-07-2003	DE 10161214 A1	03-07-2003
			WO 03050526 A2	19-06-2003
EP 0947829	A	06-10-1999	AT 255723 T	15-12-2003
			DE 59907904 D1	15-01-2004
			EP 0947829 A1	06-10-1999
			ES 2212407 T3	16-07-2004